

## ЭЛЕМЕНТЫ ВОЛНОВОЙ ОПТИКИ

### 16.1. Скорость света и показатель преломления

**16.1.1.** От ближайшей звезды ( $\alpha$  Центавра) свет доходит до Земли за  $t = 4,3$  года. Чему равно расстояние  $s$  до звезды?

**16.1.2.** Зная скорость света в вакууме, вычислите скорость света в кварце и алмазе.

**16.1.3.** Показатель преломления стекла (тяжелый флинт) для красного света  $n_1 = 1,6444$ , а для фиолетового  $n_2 = 1,6852$ . Найдите скорость распространения красного и фиолетового света в стекле.

**16.1.4.** На сколько скорость света в вакууме больше скорости света в воде?

**16.1.5.** Луч света переходит из воздуха в кварц. На сколько процентов изменяется скорость света?

**16.1.6.** При переходе светового луча из воздуха в некоторое вещество скорость света изменяется на  $\eta = 40\%$ . Определите показатель преломления этого вещества.

**16.1.7.** За какое время свет пройдет в воде расстояние  $s = 1$  км?

**16.1.8.** Два пучка света падают нормально на пластинки из кварца и стекла. Найдите отношение толщин пластинок, если время прохождения света в них одинаково.

**16.1.9.** В сосуд налиты вода и масло. Высота слоев жидкостей одинакова. Во сколько раз и в каком веществе время прохождения световых лучей меньше?

**16.1.10.** Луч света падает нормально на поверхность стеклянной пластинки толщиной  $h = 2$  см. На сколько время прохождения светом пластины больше времени прохождения им такого же расстояния в вакууме?

**16.1.11.** Показатель преломления воды для красного света  $n_1 = 1,331$ , а для фиолетового  $n_2 = 1,343$ . Найдите разность углов преломления, если угол падения луча света  $\alpha = 80^\circ$ .

**16.1.12.** Угол падения луча света на поверхность раздела двух сред  $\alpha = 40^\circ$ . Скорость распространения света в первой среде  $v_1 = 2,25$  м/с, а абсолютный показатель преломления второй среды  $n_2 = 1,6$ . Определите угол преломления.

**16.1.13.** Точечный источник света находится на дне водоема глубиной  $h = 30$  м. Определите максимальное и минимальное время, за которое свет, идущий от источника, пройдет в воде.

**16.1.14.** Для полного внутреннего отражения, необходимо чтобы световой луч падал на границу раздела среда — вакуум под углом не менее  $\alpha_0 = 44^\circ$ . Определите абсолютный показатель преломления среды и скорость света в данной среде.

**16.1.15.** Найдите угол падения луча на поверхность стекла, если отраженный и преломленный лучи образуют прямой угол. Скорость распространения света в стекле  $v = 2 \cdot 10^8$  м/с, скорость света в воздухе  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

**16.1.16.** Для света с длиной волны в вакууме  $\lambda_1 = 0,76$  мкм показатель преломления стекла  $n_1 = 1,6444$ , а для света с длиной волны  $\lambda_2 = 0,4$  мкм  $n_2 = 1,6852$ . Для каких лучей скорость света в стекле больше и на сколько?

**16.1.17.** Вода освещена желтым светом, для которого длина волны в воздухе  $\lambda_0 = 589$  нм. Чему равна длина волны этого света в воде? Какого цвета свет видит человек, открывший глаза под водой?

**16.1.18.** Определите показатель преломления среды, если известно, что свет с частотой  $\nu = 7,5 \cdot 10^{15}$  Гц имеет длину волны в ней  $\lambda = 0,3$  мкм.

**16.1.19.** Показатель преломления воды для фиолетового света  $n = 1,343$ . На сколько процентов отличается длина волны этих лучей в вакууме от их длины волны в воде?

**16.1.20.** Сколько длин волн монохроматического излучения уложится на отрезке длиной  $l = 3$  мм в: а) вакууме; б) кварце; в) скипидаре? Частота излучения  $\nu = 5 \cdot 10^{14}$  Гц.

**16.1.21.** Определите длину отрезка  $l_1$ , на котором укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на отрезке  $l_2 = 1,5$  мм в воде.

• **16.1.22.** При фотографировании спектра звезды Андромеды было найдено, что линия титана ( $\lambda = 495,4$  нм) смещена к фиолетовому концу спектра на  $\Delta\lambda = 0,17$  нм. Как движется звезда относительно Земли?

**Ответы:**

**16.1.1.**  $s = 4,3$  св. года  $\approx 4 \cdot 10^{16}$  м.

**16.1.2.**  $v = \frac{c}{n}$ ;  $v_{\text{КВ}} = 1,95 \cdot 10^8$  м/с;

$v_{\text{ал}} \approx 1,24 \cdot 10^8$  м/с.

**16.1.3.**  $v = \frac{c}{n}$ ;  $v_1 = 1,824 \cdot 10^8$  м/с;

$v_2 = 1,78 \cdot 10^8$  м/с.

**16.1.4.** На  $\Delta v = c \frac{n_{\text{В}} - 1}{n_{\text{В}}} = 0,75 \times 10^8$  м/с.

**16.1.5.** На  $\eta = \frac{n_{\text{КВ}} - 1}{n_{\text{КВ}}} \cdot 100\% \approx 35\%$ .

**16.1.6.**  $n = \frac{1}{1 - \eta} = 1,678$ .

**16.1.7.**  $t = \frac{ns}{c} = 4,4 \cdot 10^{-6}$  с.

**16.1.14.**  $n = \frac{1}{\sin \alpha_0} \approx 1,44$ ;

$v = c \sin \alpha_0 = 2,08 \cdot 10^8$  м/с.

**16.1.15.**  $\alpha = \text{arctg} \frac{c}{v} \approx 56,3^\circ$ .

**16.1.16.** Для света с длиной волны  $\lambda_1$  на  $\Delta v = 4,4 \cdot 10^6$  м/с.

**16.1.17.**  $\lambda = \frac{\lambda_0}{n_{\text{В}}} = 442,8$  нм. Чело-

век увидит желтый цвет, так как восприимчивость глазом света зависит от его частоты.

**16.1.18.**  $n = \frac{c}{v\lambda} = \frac{4}{3}$ .

**16.1.19.** На  $\eta = \frac{n - 1}{n} \cdot 100\% = 25,5\%$ .

**16.1.20.**  $N = \frac{vln}{c}$  ( $n$  — показатель преломления); а)  $N = 5000$ ; б)  $N = 7700$ ; в)  $N = 7350$ .

**16.1.21.**  $l_1 = 2$  мм.

**16.1.8.**  $\frac{h_{\text{КВ}}}{h_{\text{СТ}}} = \frac{n_{\text{СТ}}}{n_{\text{КВ}}} = \frac{1,5}{1,54} \approx 1$ .

**16.1.9.** В воде меньше в  $k = 1,2$  раза.

**16.1.10.**  $\Delta t = \frac{h}{c} (n_{\text{СТ}} - 1) = 3,3 \cdot 10^{-12}$  с.

**16.1.11.**

$\Delta\beta = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n_1}\right) - \arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n_2}\right) \approx 0,5^\circ$ .

**16.1.12.**  $\beta = \arcsin\left(\frac{c \sin\alpha}{v_1 n_2}\right) \approx 32,5^\circ$ .

**16.1.13.**  $t_{\text{max}} = \frac{n_{\text{В}}^2 h}{c \sqrt{n_{\text{В}}^2 - 1}} = 2 \cdot 10^{-7}$  с;

$t_{\text{min}} = \frac{n_{\text{В}} h}{c} = 1,25 \cdot 10^{-7}$  с.